المملكة الأردنية الهاشمية * وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

12

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الأول



المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum Development

الكيمياء

الصف الثاني عشر - كتاب الأنشطة والتجارب العمليّة

الفصلُ الدراسيُّ الأوَّل

12

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود

تيسير أحمد الصبيحات

جميلة محمود عطية

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06-5376262 / 237 | 06-5376266 | P.O.Box: 1930 Amman 1118

@nccdjor | feedback@nccd.gov.jo | www.nccd.gov.jo

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنيـة الهاشـمية جميعهـا، بنـاءً عـلى قـرار المجلس الأعـلى للمركز الوطنـي لتطـــوير المناهـــج في جلسـته رقـم (2022/3)، تاريـخ 2022/5/12 م، وقـرار مجلـس التربيـة والتعليـم رقـم (2022/25)، تاريـخ 2022/5/29 م بـدءًا، مـن العـام الـدراسي 2022 / 2023 م.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 309 - 8

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/4/1968)

375.001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الكيميـاء: الصـف الثاني عشـر: كتـاب الانشـطة والتجـارب العمليـة (الفصـل الدراسـي الأول)/ المركز الوطنـي لتطوير المناهـج.– عمان: المركـز، 2022

(28) ص.

ر.إ.: 2022/4/1968

الواصفات: تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1443هـ / 2022 م

قائمةُ المحتوياتِ

خصائصُ الحِمض والقاعدة

الخلفيّةُ العلميّة:

تدخل الحموض في تكوين كثير منَ الموادِّ الغذائيّة، كالليمون والجريب فروت وغيرها، وقد تعرفتَ الكثيرَ من خصائص هذه الحموض؛ فهي ذات طعم لاذع، وتؤثر في الكواشف، سواء الصناعيّة أو الطبيعيّة؛ فهي تغيِّرُ لونَ ورقة تباع الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر. وللقواعد خواصُّ تميِّزُها عن غيرها من الموادّ، فهي ذات طعم مُر، وملمس زلق، كما أنها تغيِّرُ لونَ ورقة تباع الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق. وَيُستفادُ من هذه الخصائص في تمييز المحلول الحمضي عنِ المحلول القاعدي.

الهدفُ منَ التجرِبة: أتعرَّفُ بعض خصائص الحُموض والقواعد.

الموادُّ والأدوات:

محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl تركيزُهُ 0.1 M، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزُهُ 0.1 M، أنابيب اختبار عدد 3، حامل أنابيب، أوراق الكاشف العام، مِخبار مُدَرَّج، ميزان حرارة، كأس زجاجيّة، ماء مُقطَّر.

إرشادات السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذرُ استنشاق حِمض الهيدروكلوريك، ولمسَ محلول هيدروكسيد الصوديوم.

خطوات العمل:

1. **أقيس**. أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّج في قياس 3 mL من محلول حِمض الهيدروكلوريك، ثمَّ أضعُها في أُنبوب اختبار وَأُرَقِّمُه (1).
2. **أقيسُ** درجةَ حرارة المحلول باستخدام ميزان الحرارة، وَأُسَجِّلُها.

....



3. **أُلاحظ**. أغمسُ ورقة الكاشف العام في المحلول، وأُلاحظ تغيُّرَ لونها، وَأُسَجِّلُه.

....

4. **أقيس**. أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّجَ في قياس 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم، ثمَّ أضعُها في أُنبوب اختبار آخرَ وَأُرَقِّمُه(2) .

5. أُكَرِّرُ الخُطوتين (3,2) لمحلول هيدروكسيد الصوديوم، وَأُسَجِّلُ النتائج.

....

6. **أُجَرِّب**. أسكبُ محتويات الأُنبوب (1) في كأس زجاجيّة، وَأُضيفُ إليها تدريجيًّا محلولَ هيدروكسيد الصوديوم منَ الأُنبوب (2)، ثمّ أُكَرِّرُ الخُطوتين (3,2) لمحتويات الكأس الزجاجيّة، وَأُسَجِّلُ النتائج.

....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ التغيُّرَ الذي يطرأ على لون ورقة الكاشف عند وضعها في محلول كلٍّ من حِمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

....

....

....

2. **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني (درجة الحموضة) لكلٍّ منَ المحلولين.

....

....

....

3. **أُفَسِّرُ** اختلافَ درجة حرارة المحلول الناتج من خلط المحلولين عن درجة حرارة كلٍّ منهما.

....

....

....

4. **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من خلط المحلولين في الكأس الزجاجيّة.

....

....

....

التجرِبة (1)

مقارنةُ قوّة الحموض

الخلفيّةُ العلميّة:

تتفاوت الحُموض في قدرتها على التأيُّن في الماء ؛أي قدرتها على إنتاج البروتون أو منحه، ويمكن مقارنة قوَّة الحُموض بالاعتماد على توصيل محاليلها للتيار الكهربائي فبعضُها يتأيَّنُ كُلِّيًّا ويكون محلولها موصلًا جيِّدًا للتيار الكهربائي، وَيُعَبَّرُ عن تأيُّنها في الماء، كما في المعادلة الآتية:

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أمّا الحُموض الضعيفة فتتأيَّنُ جزئيًّا، وتكون نسبة الأيونات الناتجة قليلةً جدًّا، ومن ثَمَّ فإنَّ قدرة محاليلها على توصيل التيار الكهربائي تكون ضعيفة، ويمكن التعبيرُ عن تأيُّنها في الماء، كما في المعادلة الآتية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

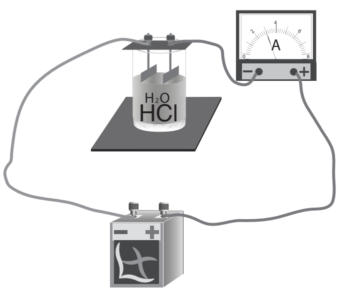
الهدفُ منَ التجرِبة: أُقارنُ قوَّة الحِمض القوي بالحِمض الضعيف.

الموادُّ والأدوات:

محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl تركيزُهُ 0.1 M، محلول حِمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزُهُ 0.1 M، كأس زجاجيّة سَعة 50 mL عدد 2، أسلاك توصيل، جهاز أميتر، مصدر كهربائي، مِخبار مُدَرَّج سَعة 50 mL، جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني أو أوراق الكاشف العام، شريط مغنسيوم، أقطاب جرافيت.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذر استنشاقَ حِمض الهيدروكلوريك.



خطواتُ العمل:

1. أُحضرُ الكأسين الزجاجيتين، وأكتبُ على كلٍّ منها اسمَ أحد المحلولين.
2. **أقيسُ** باستخدام المِخبارَ المُدَرَّج 20 mL من محلول HCl، وأضعُها في الكأس المخصَّصة لها.

3. **أقيسُ** باستخدام جهاز مقياس الرَّقْم الهيدروجيني أو ورق الكاشف العام الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول، وَأُسَجِّلُ نتائجي.

....

4. **أُجَرِّب.** أَصِلُ أقطابَ الجرافيت بالمصدر الكهربائي وبجهاز الأميتر، وأضعُها في محلول HCl، وَأُسَجِّلُ قراءة الأميتر.

....

5. **أُلاحظ.** أغمسُ شريط مغنيسيوم طوله 2 cm في المحلول، وأُلاحظ سرعة تصاعد غاز الهيدروجين، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

....

6. **أُجَرِّب.** أُكَرِّرُ الخطوات السابقة لمحلول حِمض الإيثانويك CH_3COOH، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لكلٍّ منَ المحلولين.

....

....

2. أُحَدِّدُ المحلولَ الأكثرَ قدرةً على التوصيل الكهربائي.

....

....

3. **أُقارنُ** سرعة تصاعد غاز الهيدروجين في كلٍّ منَ المحلولين.

....

....

4. أُحَدِّدُ الحِمض الأقوى والحِمض الأضعف.

....

....

5. **أستنتجُ** العلاقة بين قوَّة الحِمض وكلٍّ منَ الرَّقْم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي وسرعة تصاعد الغاز.

....

....

معايرةُ حِمض قوي بقاعدة قويّة

الخلفيّةُ العلميّة:

تُعرفُ المعايرة بأنها الإضافة التدريجيّة لمحلول قاعدة معلوم التركيز إلى محلول حِمض مجهول التركيز أو العكس، وَتُستخدَمُ لتحديد تركيزٍ مجهول لأيٍّ من المحلولين، فعند إضافة محلول قاعدة الى محلول حِمض تتعادلُ أيونات H_3O^+ منَ الحِمض معَ أيونات OH^- منَ القاعدة في ما يُعرَفُ بتفاعل التعادل، ولتحديد نهاية عمليّة المعايرة يُستخدَمُ كاشفٌ مناسب، يتغيَّرُ لونُهُ عند تعادل الحِمض معَ القاعدة في ما يُسَمّى بنقطة التعادل، ويحدِّد انتهاء المعايرة، وعندها يكون عددُ مولات أيونات الهيدروجين H^+ من الحِمض مكافئًا تمامًا لعدد مولات أيونات الهيدروكسيد OH^- من القاعدة؛ أي أنَّ:

$$n_{(acid)} = n_{(base)}$$

$$M_a \times V_a = M_b \times V_b$$

وباستخدام هذه العلاقة يمكن حسابُ التركيز المجهول منَ الحِمض أو القاعدة.

الهدفُ منَ التجرِبة: أحسبُ تركيزَ حِمض مجهول بمعايرته بمحلول قاعدة معلومة التركيز.

الموادُّ والأدوات:

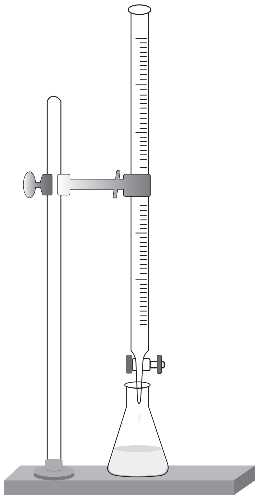
محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl مجهول التركيز، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزُه 0.2 M، كاشف الفينولفثالين، دورق مخروطي 250 mL، سحّاحة، ماصّة، قطّارة، حامل فلزّي، قمع زجاجي.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ محلول الحِمض ومحلول القاعدة بحذر.

خطواتُ العمل:

1. **أُجَرِّبُ.** أُثَبِّتُ السحّاحة على الحامل، كما في الشكل.
2. **أُجَرِّبُ.** أملأُ السحّاحة باستخدام القمع بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى مستوى الصِّفر.



3. **أقيسُ** باستخدام المخبار المُدَرَّج، 20 mL من محلول الحِمض HCl مجهول التركيز، وأضعُها في الدورق المخروطي.
4. أُضيف باستخدام القطارة 4-3 قطرات من كاشف الفينولفثالين إلى محلول الحِمض.
5. أضع الدورقَ المخروطيَّ المحتوي على محلول الحِمض أسفلَ السحّاحة، كما في الشكل.
6. **أُلاحظ**. أبدأُ بإضافة محلول القاعدة منَ السحّاحة تدريجيًّا وببطء إلى محلول الحِمض، وَأمزِجُ المحلولَ بتحريك الدورق دائريًّا، وَأُلاحظ تغيُّرَ لون المحلول، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

....

7. **أضبط المتغيِّرات**. أتوقفُ عن إضافة محلول القاعدة عند النقطة التي يثبتُ عندها ظهورُ لونٍ أحمرَ ورديٍّ في محلول الحِمض، وَأُسَجِّلُ حجمَ محلول القاعدة المُضاف.

....

التحليلُ والاستنتاج:

1. ماذا أُسَمّي النقطةَ التي يحدثُ عندها تغيُّرُ لون المحلول؟

....

2. أحسبُ عددَ مولات القاعدة NaOH المُضافة.

....

3. **أستنتجُ** عددَ مولات الحِمض المُستخدمة.

....

4. أحسبُ تركيزَ الحِمض HCl.

....

5. **أتوقعُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من عمليّة المعايرة.

....

6. **أُصَنِّفُ** التفاعلَ الحادث بين الحِمض والقاعدة.

....

تَمَيُّهُ الأملاح

الخلفيّةُ العلميّة:

الأملاح موادُّ أيونيّةٌ تتفكك عند إذابتها في الماء إلى أيونات سالبة وأخرى موجبة تتحرَّكُ في المحلول، ويمكن لبعض هذه الأيونات أن تتفاعل معَ الماء منتجة أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول، أو أيونات الهيدروكسيد OH^- في ما يُعرَفُ بعمليّة التَّمَيُّه، فعند تَمَيُّهِ الأيونات الموجبة، مثل NH_4^+ تُنتِجُ أيونات H_3O^+ في المحلول؛ وبذلك يقلُّ الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول ويكون تأثيرُ محلول الملح حِمضيًّا، والمعادلة الآتية توضِّحُ ذلك:

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أمّا عند تَمَيُّهِ الأيونات السالبة، مثل $HCOO^-$ فَتُنْتِجُ أيونات OH^- في المحلول؛ وبذلك يزداد الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول ويكون تأثيرُ محلول الملح قاعديًّا، والمعادلة الآتية توضِّحُ ذلك:

$$HCOO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOOH_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

وبهذا نجد أنَّ لمحاليل الأملاح تأثيرًا حِمضيًّا أو قاعديًّا، وقد لا يحدث تَمَيُّهٌ لأيٍّ منَ الأيونات الناتجة من تفكُّكِ الملح، ومن ثَمَّ يكون تأثيرُ محلول الملح متعادلًا.

الهدفُ منَ التجرِبة: أستقصي التأثيرَ الحِمضيَّ أو القاعديَّ لمحاليل الأملاح .

الموادُّ والأدوات:

كميّات مناسبةٌ منَ الأملاح الآتية: كلوريد الصوديوم NaCl، كلوريد الأمونيوم NH_4Cl، كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، إيثانوات الصوديوم CH_3COONa، محلول الكاشف العام، كأس زجاجيّة 300 mL عدد (5)، قطع ورق لاصق، ماء مُقَطَّر، قطّارة، مِلعقة تحريك، ميزان حسّاس، مِخبار مُدَرَّج.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ المواد الكيميائيّة بحذر.

خطواتُ العمل:

1. أكتبُ اسمَ كلِّ ملح وصيغتَهُ الكيميائيّة على قطعة الورق اللاصق وألصقها على أحد الكؤوس، ثمَّ ألصقُ على الكأس الأخيرة ورقةً كُتِبَ عليها ماءٌ مُقطَّر.
2. **أقيس** أضعُ باستخدام المخبار المُدَرَّج 20 mL منَ الماء المُقطَّر في كلِّ كأس زجاجيّة.
3. **أُلاحظُ**. أُضيفُ باستخدام القطّارة، قطرَتَيْنِ من محلول الكاشف العام إلى كلِّ كأس زجاجيّة، وأُحرِّكُها باستخدام مِلعقة التحريك. أُلاحظ لونَ المحلول وَأُسَجِّلُه في جدول البيانات.
4. **أقيس** 3 g من ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl، وأضيفُها إلى الكأس المُخَصَّص لها، ثمَّ أُحَرِّكُ المحلول، وَأُسَجِّلُ اللونَ الذي يظهرُ فيه في جدول البيانات.
5. **أُلاحظُ**. أُكَرِّرُ الخطوة (4) معَ باقي الأملاح في الكؤوس الأخرى، وَأُلاحظُ تغيُّرَ ألوان المحاليل، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.

جدول البيانات

المحلول	NaCl	NH_4Cl	$NaHCO_3$	CH_3COONa
لون المحلول بعد اضافة الكاشف				
pH المتوقع				
تأثير المحلول (حمضي ، قاعدي، متعادل)				

التحليلُ والاستنتاج:

1. أَصِفُ ألوانَ محاليل الأملاح في التجرِبة بعد إضافة الكاشف لكل منها.

....

....

2. أُفَسِّرُ تشابه لون محلول كلوريد الصوديوم NaCl بعد إضافة الكاشف لكل منها، ولون محلول الكاشف في الماء المُقَطَّر.

....

....

3. أُصَنِّفُ محاليلَ الأملاح في التجرِبة إلى حِمضيّة أو قاعديّة أو متعادلة.

....

....

4. أتوقعُ قيمة pH لكلِّ محلول في التجرِبة بالاعتماد على الألوان المعياريّة للكاشف العام في المحاليل المختلفة.

....

....

5. أُفَسِّرُ. أكتبُ معادلة كيميائيّة أُفَسِّرُ بواسطتها السلوكَ الحِمضيَّ أو القاعديَّ لكلِّ محلول.

....

....

أسئلةٌ تفكير

1) يُبيِّنُ الجدولُ المجاورُ ثلاثةَ محاليل لقواعد ضعيفة مختلفة التركيز، أدرسُها، ثمَّ أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

القاعدة	$[OH^-]$	تركيز المحلول
A	$1 \times 10^{-5} M$	0.1 M
B	$1 \times 10^{-3} M$	0.01 M
C	$1 \times 10^{-5} M$	1 M

أ) أُرَتِّبُ القواعدَ حسبَ قيم ثابت تأيُّنها K_b.

ب) أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول القاعدة A.

ج) أُحَدِّدُ الملح الذي له أقلُّ رَقْمٍ هيدروجيني؛ AHCl أم BHCl.

د) أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلولٍ مكوَّن منَ القاعدة C والملحCHCl ، تركيزُ كلٍّ منهما 0.2 M، عند إضافة 0.01 mol منَ الحِمض HCl إلى 0.5 L منَ المحلول.

2) محلول منظّم يتكوَّن منَ القاعدة CH_3NH_2 تركيزُها 0.2 M والملح CH_3NH_3Cl تركيزُه 0.4 M. علمًا أنَّ $K_b=4.5 \times 10^{-4}$ ، log 4.4= 0.64 ، $Mr_{(HI)}$ = 128 g\mol (أهمل تغير الحجم) **أحسب**:

أ) قيمة pH للمحلول.

ب) كتلة الحِمض HI اللازم إضافتها إلى 800 mL منَ المحلول لتصبح pH=10.

3) محلول منظّم يتكوَّن منَ الحِمض HNO_2 تركيزُه 0.3 M والملح KNO_2 تركيزُه 0.2 M (أهمل تغير الحجم). أحسب:

أ) قيمة pH للمحلول. علمًا أنَّ $K_a=4.4 \times 10^{-4}$.

ب) قيمة pH للمحلول السابق إذا أُضيف 0.1 mol منَ الحِمض HCl إلى لتر منه.

ج) عدد مولات NaOH اللازم إضافتها إلى 1 L منَ المحلول لتصبح pH تساوي 4.

4) جرى تحضيرُ محلول منظّم منَ الحِمض H_2CO_3 والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه، فكان $[H_3O^+]=4.3 \times 10^{-7}$ M. أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

1 – أحسبُ قيمة ثابت التأيُّن K_a للحِمض H_2CO_3.

2 – أكتبُ صيغة الأيون المشترك.

3 – أحسبُ النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ لتكون قيمة pH للمحلول تساوي 7.45، وهي القيمة المناسبة ليؤدي الدمُ وظيفته في الجسم (علمًا أنَّ log 3.55= 0.55).

أسئلةٌ تفكير

5) أذيب g 1.12 من القاعدة KOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L، فاذا لزم 14 mL من هذا المحلول للتعادل مع 20 mL من محلول الحمض HCl، أحسب تركيز محلول HCl (الكتلة المولية للقاعدة KOH = 56 g\mol)

6) اعتمــاداً على الجــدول المجـاور الذي يبيّن قيـم ثابت التأيّن (K_a) لعدد من الحموض الضعيفة بالتركيز نفسه 0.25 M، أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

صيغة الحمض	قيمة K_a
HA	3.2×10^{-8}
HB	7.5×10^{-3}
HC	4.0×10^{-10}
HD	6.3×10^{-5}

1 - أي من محاليل هذه الحموض له أقل قيمة pH؟

2 - أُحَدِّدُ الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة عند تأين حمض HD في الماء.

3 - أي من محاليل أملاح البوتاسيوم لهذه الحموض له أقل قيمة pH ؟

4 - **أتوقعُ** الجهةَ التي يُرَجِّحُها الاتزانُ في التفاعل الآتي: $HA_{(aq)} + D^-_{(aq)} \rightleftharpoons HD_{(aq)} + A^-_{(aq)}$

5 - أحسبُ قيمة pH لمحلول الحمض HC .

7) جرى تحضيرُ محلول منظم من القاعدة الضعيفة (B) التي تركيزها 0.3 M والملح (BHCl) بالتركيز نفسه، فإذا علمت أن $K_b = 2 \times 10^{-4}$ ، أجيب عن الأسئلة التالية:

1 - أحسبُ pH للمحلول المنظم الناتج.

2 - أحسبُ قيمة pH عند إضافة 0.1 mol من الحمض HCl إلى لتر من المحلول المنظم السابق. علمًا أن $\log 2 = 0.3$, $\log 5 = 0.7$ (أهمل تغير الحجم).

تفاعلُ بعض الفِلِزّات معَ حِمض الهيدروكلوريك HCl

الخلفيّةُ العلميّة:

تتفاوتُ الفِلِزّات في نشاطها الكيميائي، ويمكن الاستدلالُ على ذلك من خلال تفاعلاتها المختلفة، كالتفاعل معَ الحُموض، مثل حِمض الهيدروكلوريك HCl. فمثلًا، يتفاعلُ الخارصين Zn معَ حِمض HCl وينطلق غازُ الهيدروجين H_2، حسبَ المعادلة:

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

يُلاحظُ منَ المعادلة أنَّ فِلِزَّ الخارصين حلَّ محلَّ الهيدروجين؛ حيث تأكسدت ذرّاتُه؛ أي فقدت إلكتروناتٍ واختزلت أيونات الهيدروجين H^+، التي اكتسبت الإلكترونات لتنتج على شكل غاز H_2. وهناك بعضُ الفِلِزّات لا تتفاعلُ معَ حِمض HCl ولا تحلُّ محلَّ الهيدروجين؛ أي أنَّها لا تتأكسدُ ولا تختزِلُ أيونات H^+. ويمكن الاستدلالُ على نشاط الفِلِزِّ من خلال سرعة تفاعله معَ الحِمض وسرعة انطلاق غاز الهيدروجين H_2 منَ التفاعل.

الهدف: أقارن سرعة تفاعل بعض الفِلِزّات معَ حِمض الهيدروكلوريك HCl.

الموادُّ والأدوات:

شريط مغنيسيوم طوله 5 cm ، حُبيبات الخارصين Zn، حُبيبات الألمنيوم Al، سلك نحاس Cu، محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl تركيزُه (1M)، أنابيب اختبار عدد (4)، حامل أنابيب الاختبار، مخبار مُدَرَّج، ورق صنفرة.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ الحِمض بحذر.

خطواتُ العمل:

1. أُحضرُ 4 أنابيب اختبار نظيفة وجافة وأرقِّمُها من (4–1)، ثمَّ أضعُها على حامل الأنابيب.
2. **أقيس.** أضعُ باستخدام المخبار المُدَرَّج 10 mL من حِمض الهيدروكلوريك HCl في كلِّ أنبوب.
3. **أُلاحظ.** أُنظفُ شريط المغنيسيوم جيدًا باستخدام ورق الصنفرة، ثمَّ أضعُهُ في أنبوب الاختبار رَقْم (1) وأرجُّهُ بلطف. هل حدث تفاعل؟ ما الدليلُ على حدوثه؟ أُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.

4. **أُجرِّب.** أُكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستخدام حُبيبات الخارصين وحبيبات الألمنيوم وسلك النحاس. هل حدث تفاعل؟ هل تختلفُ سرعةُ التفاعل باختلاف نوع الفِلِزّ المُستخدَم؟ أُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.
5. **أُنظِّمُ البيانات.** أُسَجِّلُ ملاحظاتي حول تفاعل الفِلِزّات المُستخدَمة معَ حِمض HCl في الجدول الآتي:

- جدول البيانات:

الفِلِزّ	حدوث تفاعل نعم، لا	تصاعد غاز H_2 نعم، لا	سرعة التفاعل أسرع، أقلّ سرعة، لم يتفاعل
Mg			
Zn			
Al			
Cu			

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ الفِلِزّات التي تفاعلت معَ حِمض الهيدروكلوريك HCl.

....

....

2. **أُرَتِّبُ** الفِلِزّات حَسَبَ سرعة تفاعلها معَ الحِمض.

....

....

3. أكتبُ معادلاتٍ كيميائيّةً موزونة للفِلِزّات التي تفاعلت معَ الحِمض.

....

....

4. أُحَدِّدُ التغيُّرَ الذي طرأ على شحنة كلِّ فِلِزّ في التفاعلات السابقة. ما نوعُ التفاعل؟

....

....

التجرِبة (1) مقارنةُ جهود بعض الخلايا الجلفانيّة

الخلفيّةُ العلميّة:

تتكوَّنُ الخليّةُ الجلفانيّةُ من نصفي خليّة؛ نصف خليّة تأكسد ونصف خليّة اختزال، ويحدثُ في الخليّة تفاعلُ تأكسد واختزال تلقائي منتج للطاقة الكهربائية؛ إذ تنتقلُ الإلكترونات في الدارة الخارجيّة منَ القطب الذي يحدث عنده التأكسد (المِصعد Anode)؛ حيثُ تتأكسدُ ذرّاتُهُ مُتحوِّلَةً إلى أيونات في المحلول فتقلُّ كتلتُه، إلى القطب الذي يحدث عنده الاختزال (المِهبط Cathode)؛ حيث تختزلُ الأيونات الموجبة في محلول الملح وتترسَّبُ عليه فتزدادُ كتلتُه. وتتحرَّكُ الأيوناتُ الموجبة منَ القنطرة الملحيّة باتجاه نصف خليّة الاختزال، بينما تتحرَّكُ الأيوناتُ السالبة باتجاه نصف خليّة التأكسد بحيث تحافظُ على التعادل الكهربائي في المحلولين. أمّا فرقُ الجهد الذي يقيسُهُ الفولتميتر بين القطبين فهو جهدُ الخليّة الذي يزدادُ بزيادة ميل كلٍّ من نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال للحدوث، أو بزيادة الفرق في جهد الاختزال بين القطبين.

الهدف: أقارن جهدَ الخليّة (E_{cell}) لعدّة خلايا جلفانيّة باستخدام أزواج مختلفة منَ الأقطاب الفِلِزِّيَّة.

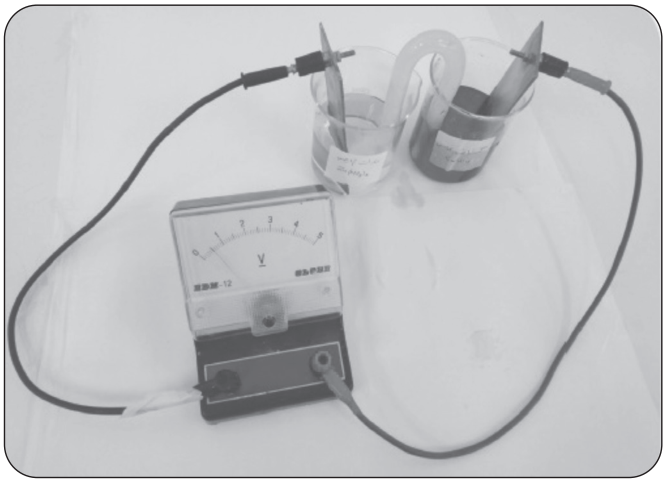
الموادُّ والأدوات:

محاليلُ حجمُ كلٍّ منها (100 mL) بتركيز (1M) من كلٍّ منَ المركَّبات الآتية: كبريتات الخارصين $ZnSO_4$، نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$، نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3$. و (200 mL) من محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزُه (1M)، صفيحة من كلٍّ منَ الخارصين، النحاس، الرصاص، الألمنيوم، ورق صنفرة، فولتميتر، أسلاك توصيل، أُنبوب على شكل حرف U، محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم KCl، قطن، كؤوس زجاجيّة سَعة 100 mL عدد (4)، ماء مُقَطَّر.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّة بحذر.

خطواتُ العمل:



1. **أقيس**. أُحضِرُ كأسين زجاجيتين، وأضعُ 50 mL من محلول كبريتات النحاس في الكأس الأول و 50 mLمن محلول كبريتات الخارصين في الثاني.
2. **أُجَرِّب**. أُنَظِّفُ صفيحتَي النحاس والخارصين جيِّدًا باستخدام ورق الصنفرة، وأغسلُهُما بالماء المُقَطَّر، وأترُكُهُما تجفّان.
3. **أُجَرِّب**. أضَعُ صفيحة النحاس في الكأس الزجاجيّة الأولى وصفيحة الخارصين في الكأس الثانية، ثمَّ أوصلُ أسلاك التوصيل من طرف بالصفيحة ومنَ الطرف الآخر بالفولتميتر لكلا الصفيحتين، وأُلاحظُ. هل تحرَّكَ مؤشِّرُ الفولتميتر؟

....

4. **أُجَرِّب**. أملأُ الأنبوبَ الذي على شكل حرف U تمامًا بمحلول كلوريد البوتاسيوم المشبع، وأتأكَّدُ من عدم وجود فقاعات هواء فيه، ثمَّ أُغلقُ طرفيه بقليل منَ القطن.
5. **أُلاحظ**. أقلِبُ الأنبوبَ بحيث يصلُ بين الكأسين (نصف خليّة النحاس ونصف خليّة الخارصين)، وَأُلاحظ تحرُّكَ مؤشِّرِ الفولتميتر (إذا تحرَّكَ المؤشِّرُ بالاتجاه السالب أعكسُ الأسلاك الموصولة به)، وَأُسَجِّلُ قراءته في الجدول.
6. **أُجَرِّب**. أُكَرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستخدام انصاف الخلايا (نحاس – رصاص)، (نحاس – ألمنيوم)، (رصاص– ألمنيوم)، وأحرصُ على غمس كلِّ صفيحة في محلول مركَّبها، وأجهِّز القنطرة الملحيّة من جديد بعد غسل الأُنبوب وتجفيفه.

7. **أُنظِّمُ البيانات.** أُسَجِّلُ قِيَمَ جهود الخلايا في الجدول الآتي:

- جدول البيانات:

الخليّة	جهد الخليّة المقاس	جهد الخليّة المعياري (V)
نحاس – خارصين		1.1
نحاس – ألمنيوم		2.0
نحاس – رصاص		0.47
رصاص– ألمنيوم		1.53

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ المِصعد والمِهبط في كلِّ خليّة جلفانيّة.

....

....

2. أكتبُ التفاعلَ الكُليَّ في كلِّ خليّة جلفانيّة.

....

....

....

....

3. **أُقارنُ** بين جهود الخلايا الجلفانيّة الذي جرى قياسُها، وَأُفَسِّرُ الاختلافَ فيها.

....

....

4. **أتوقعُ** ترتيبَ الفِلزّاتِ وفقَ تزايد جهود اختزالها اعتمادًا على قِيَمِ جهود الخلايا المقيسة.

....

....

التجرِبة (2) مقارنةُ قوّة بعض العوامل المختزلة

الخلفيّةُ العلميّة:

تحدث تفاعلات التأكسد والاختزال نتيجة انتقال الإلكترونات منَ المادَّة التي تتأكسد (العامل المختزل) إلى المادَّة التي تُختزل (العامل المؤكسد)، ويعتمد حدوث التفاعل على جهود الاختزال المعياريّة لنصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال. ولمّا كان كل نصف تفاعل يتضمَّنُ عاملًا مؤكسدًا وعاملًا مختزلًا، فكلّما زاد جهد الاختزال المعياري للقطب قلَّ ميلُ العامل المختزل للتأكسد وقلَّت قوَّةُ العامل المختزل، وكذلك زاد ميل العامل المؤكسد للاختزال وزادت قوته. ويكون التفاعلُ تلقائيًّا عندما يكون جهدُ الاختزال المعياري للعامل المؤكسد في التفاعل أعلى من جهد الاختزال المعياري للعامل المختزل فيه، وعندها يكون جهدُ الخليّة المعياري للتفاعل موجبًا.

الهدفُ: أقارن قوَّةَ بعض العوامل المختزلة.

الموادُّ والأدوات:

شريط مغنيسيوم، حُبيبات نيكل، حُبيبات رصاص، مِسمار حديد عدد 4، 100 mL من محاليل كلٍّ من نترات المغنيسيوم $Mg(NO_3)_2$، نترات النيكل $Ni(NO_3)_2$، نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$، نترات الحديد II $Fe(NO_3)_2$، كل منه بتركيز 0.1 M، أنابيب اختبار عدد (9)، مِخبار مُدَرَّج عدد 4، ورق صنفرة، قلم تخطيط، ورق لاصق.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّة بحذر.

خطواتُ العمل:

1. **أُجَرِّب.** أقيسُ 12 cm من شريط المغنيسيوم، وأنظفُهُ جيِّدًا باستخدام ورق الصنفرة، ثمَّ أقسمُهُ إلى 3 أجزاء متساوية؛ وأُحضِر 3 حُبيبات نيكل و3 حُبيبات رصاص و 3 مسامير.
2. **أُجَرِّب.** أُحضِرُ 3 أنابيب اختبار نظيفة، وأضعُها في حامل الأنابيب، وَأُرَقِّمُها من 3–1.
3. **أقيس.** أستخدِمُ المِخبارَ المُدَرَّج، وأضعُ 10 mL من محلول نترات المغنيسيوم في كلِّ أنبوب اختبار.
4. **أُلاحظ.** أضَعُ في كلِّ أنبوب قطعة واحدة من أحد الفِلِزّات الأربعة، وأستثني الفِلِزَّ الذي يوجدُ محلولُهُ في الأنابيب الثلاثة، ثمَّ أَرُجُّ كلَّ أنبوب بلطف وَأُراقِبُ الأنابيبَ كُلَّها. هل حدث تفاعل؟ أُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.
5. **أُجَرِّب.** أُكَرِّرُ الخطواتِ 2، 3، 4 السابقة باستخدام محلول نترات النيكل، ثمَّ محلول نترات الرصاص، ثمَّ محلول نترات الحديد II، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.
6. **أُنَظِّمُ البيانات.** أُسَجِّلُ البياناتِ في الجدول الآتي:

- جدول البيانات:

التفاعل مع المحاليل / العنصر	محلول							
	$Mg(NO_3)_2$		$Ni(NO_3)_2$		$Pb(NO_3)_2$		$Fe(NO_3)_2$	
	حدوث تفاعل	الدليل	حدوث تفاعل	الدليل	حدوث تفاعل	الدليل	حدوث تفاعل	الدليل
Mg								
Ni								
Pb								
Fe								

التحليلُ والاستنتاج:

1. أكتبُ معادلة كيميائيّة موزونة تمثلُ التفاعلَ الحادث في كلِّ أنبوب.

....

....

2. **أُرَتِّبُ** الفِلِزّاتِ حَسَبَ قوَّتها كعواملَ مختزلة.

....

....

3. **أُفَسِّر** تَرَسُّبَ النيكل عند تفاعل المغنيسيوم معَ نترات النيكل $Ni(NO_3)_2$.

....

....

4. **أُفَسِّر**. لا يتفاعلُ الرصاصُ معَ محلول نترات الحديد II $Fe(NO_3)_2$.

....

....

التجرِبة (3)
التحليلُ الكهربائي لمحاليل بعض المركَّبات الأيونيّة

الخلفيّةُ العلميّة:

تحدث عمليّة التحليل الكهربائي عند إمرار تيّار كهربائي في محلول أو مصهور مادَّة أيونيّة، ويؤدي ذلك إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال.

تتكوّنُ خليّةُ التحليل الكهربائي من قطبين منَ البلاتين أو الجرافيت مغموسين في محلول مادة أيونية، ويَتَّصِلان بأسلاك توصيل تَتَّصِلُ بالبطاريّة، وعند مرور التيّار الكهربائي في المحلول تتحرَّكُ الأيوناتُ الموجبة باتجاه القطب السالب (المِهبط)، إذ يُحتمَلُ أن تُختزل هذه الأيونات أو أن تُختزل جُزيئات الماء، أمّا الأيوناتُ السالبة فتتحرَّكُ باتجاه القطب الموجب (المِصعد)، إذ يُحتمَلُ أن تتأكسد، أو أن تتأكسد جُزيئات الماء. ويعتمدُ التفاعلُ الذي يحدثُ بشكل عام على جهود الاختزال المعيارية لكلٍّ منهما؛ حيث تُختزَلُ المادَّةُ التي لها أعلى جهد اختزال عند المِهبط، وتتأكسدُ المادَّةُ التي لها أقلُّ جهد اختزال (أعلى جهد تأكسد) عند المِصعد.

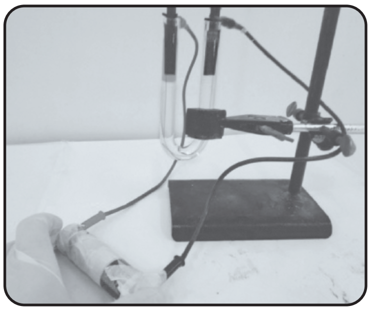
الهدف: أستقصي نواتجَ التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ومحلول كبريتات النحاس.

الموادُّ والأدوات:

أنبوبان زجاجيّان على شكل حرف U، أقطاب جرافيت عدد (4)، كاشف الفينولفثالين، أسلاك توصيل، بطّاريّة (3 V) عدد (2)، حامل وماسك فِلِزّي، 100 mL من محلول يوديد البوتاسيوم KI بتركيز 0.5 M ، 100 mL من محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ بتركيز 0.5 M.

إرشاداتُ السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّة بحذر.



خطواتُ العمل:

1. **أُجَرِّبُ.** أُثَبِّتُ أنبوبًا زجاجيًّا على شكل حرف U على الحامل الفِلزّي باستخدام الماسك، كما في الشكل.
2. **أُجَرِّبُ.** أملأُ الأنبوبَ الزجاجي بمحلول يوديد البوتاسيوم، بحيث يبقى ما يقاربُ 1 cm فارغًا من كلِّ طرف، ثمَّ أُضيفُ إليه 3 نقاط من كاشف الفينولفثالين.
3. **أُطَبِّقُ.** أَصِلُ قطبي الجرافيت بأسلاك توصيل، ثمَّ أضعُها في الأنبوب الزجاجي بحيث يكونُ كلٌّ منهما في أحد طرفي الأنبوب، كما في الشكل.
4. **أُلاحظ.** أَصِلُ أسلاك التوصيل بقطبي البطّاريّة وأتركُها مدّة 15 min، وَأُلاحظُ التغيُّراتِ التي تحدثُ في المحلول، ثم أفصِلُ التيارَ الكهربائي وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.
5. **أُجَرِّب.** أُكَرِّرُ الخطواتِ من 4-1 باستخدام محلول كبريتات النحاس، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.
6. **أُنَظِّمُ البيانات.** أُسَجِّلُ بياناتي في الجدول الآتي:

جدول البيانات:

التغيُّر ومكانُ حدوثه / المحلول	المِصعد		المِهبط	
	تغيُّر اللون	تصاعد غاز	تغيُّر اللون	تصاعد غاز
يوديد البوتاسيوم $KI_{(aq)}$				
كبريتات النحاس $CuSO_{4(aq)}$				

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أَصِفُ** التغيُّراتِ التي حدثت عند تحليل محلول كلٍّ من يوديد البوتاسيوم وكبريتات النحاس كهربائيًّا عند كلٍّ منَ المِصعد والمِهبط.

....

....

2. ما نواتجُ تحليل كلٍّ من محلول يوديد البوتاسيوم وكبريتات النحاس كهربائيًّا؟

....

....

3. أكتبُ معادلةً كيميائيّة تمثلُ التفاعلَ الذي حدث عند المِصعد لكلِّ محلول.

....

....

4. أكتبُ معادلةً كيميائيّة تمثلُ التفاعلَ الذي حدث عند المِهبط لكلِّ محلول.

....

....

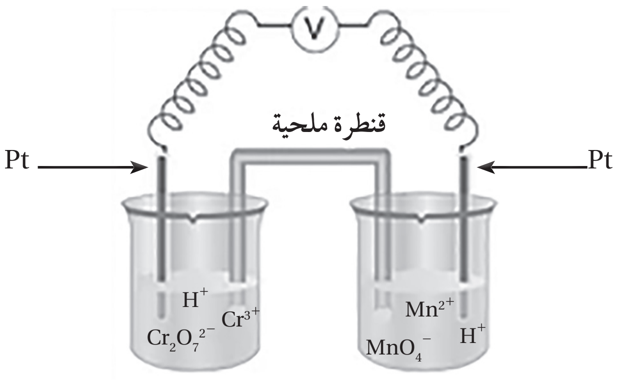
5. **أستنتجُ** نواتجَ التحليل الكهربائي لمحلول CuI_2.

....

....

أسئلةٌ تفكير

1) أدرسُ الشكلَ المجاور، الذي يمثلُ خليّة جلفانيّة تتكوَّنُ من نصف خليّة $MnO_4^-|Mn^{2+}$ في وسط حِمضي، ونصف خليّة $Cr_2O_7^{2-}|Cr^{3+}$ في وسط حِمضي؛ حيث استُخدِمَ في كلِّ نصف خليّة قطبًا منَ البلاتين الخامل، مُستعينًا بأنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعياريّة الآتية:



$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O \quad E^\circ = 1.51\ V$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad E^\circ = 1.33\ V$$

أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

أ) أكتبُ نصفَ تفاعل التأكسد.

ب) أُحَدِّدُ العامل المختزل.

ج) أُحَدِّدُ العامل المؤكسد.

د) أُحَدِّدُ اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجيّة.

هـ) **أحسبُ** جهدَ الخليّة المعياري E°_{cell}.

2) أُوازنُ معادلات التفاعل الآتية بطريقة نصف التفاعل، وَأُبيِّنُ العاملَ المؤكسد والعاملَ المختزل:

أ) $IPO_4 \xrightarrow{H^+} I_2 + IO_3^- + H_2PO_4^-$

ب) $ClO_3^- + N_2H_4 \xrightarrow{OH^-} NO_3^- + Cl^-$

3) المعلوماتُ الآتية تتعلَّقُ بالعناصر ذات الرموز الافتراضية الآتية (A, B, C, D)، وجميعُها تكون أيوناتٍ ثنائيّةً موجبة في محاليلها:

أ) لا يمكنُ تحريكُ محلول $A(NO_3)_2$ بِملعقة من C.

ب) جهدُ الخليّة المعياري للخليّة الجلفانيّة المكوَّنَةِ من (C وB) أقلُّ من جهد الخليّة المعياري للخليّة الجلفانيّة المكوَّنَةِ من (D و B)، وقد لوحِظَ في الخليتين نقصٌ في كتلة القطب B.

ج) لوحِظَ عند تحليل محلول كلٍّ من ABr_2 و DBr_2 كهربائيًّا تصاعدُ غاز H_2 عند المِهبط في المحلول الأول، وترسُّبُ D عند المِهبط في المحلول الثاني.

أدرُسُها جيِّدًا، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

1 - **أُرَتِّبُ** العناصرَ (A, B, C, D) حَسَبَ قوَّتها كعواملَ مختزلة.

2 - أُحَدِّدُ أقوى عامل مؤكسد.

3 - **أتنبَّأُ**. هل يمكن حفظُ محلول $B(NO_3)_2$ في وعاء مصنوع منَ الفِلِزّ A؟ أُفَسِّرُ إجابتي.

4 - أُحَدِّدُ الفِلِزّين اللذين يكوِّنان خليّة جلفانيّة لها أعلى جهد خليّة معياري.

4) مُرِّرَ غازُ الكلور Cl_2 بضغط يساوي 1atm في محلول يحتوي على أيونات الفلوريد F^- وأيونات البروميد Br^- تركيزُ كلٍّ منهما 1M وعند درجة حرارة 25°C. مُستعينًا بأنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعياريّة الآتية:

$$Cl_{2(g)} + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-_{(aq)} \qquad E^\circ = 1.36\ V$$

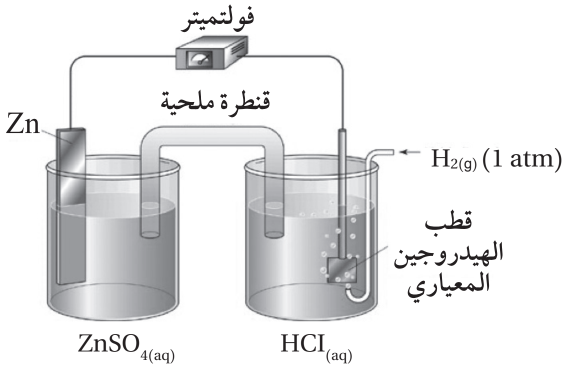
$$F_{2(g)} + 2e \rightleftharpoons 2F^-_{(aq)} \qquad E^\circ = 2.87\ V$$

$$Br_{2(g)} + 2e \rightleftharpoons 2Br^-_{(aq)} \qquad E^\circ = 1.07\ V$$

أَكتبُ المعادلةَ الكُليّة الموزونة للتفاعل المتوقَّع. أُبَرِّرُ إجابتي.

5) أدرسُ الشكلَ المجاورَ، الذي يمثلُ الخليّة الجلفانيّة المُمثلةَ بالرَّمز الآتي في الظروف المعياريّة، ثمَّ أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

$Zn| Zn^{2+} || 2H^{+}_{(aq)}|H_{2\,(g)} |Pt$



أ) ما تركيزُ أيونات Zn^{2+} المستخدَمَةِ في نصف خليّة الخارصين المعياريّة؟

ب) **أتنبَّأُ**. هل يمكنُ استخدامُ محلول مشبع من كبريتات النحاس $CuSO_4$ في القنطرة الملحيّة المستخدَمَةِ في الخليّة الجلفانيّة؟ أُفَسِّرُ إجابتي. جهد الاختزال المعياريّ للنحاس($E^\circ = 0.34$ V) .

6) أدرسُ الجدولَ المجاور، الذي يتضمَّنُ بعضَ أنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعياريّة، ثمَّ أُجيبُ عنَ الأسئلة الآتية:

E° V	نصف تفاعل الاختزال
-1.18	$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$
- 0.44	$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$
- 0.83	$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$
0.54	$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$
0.40	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$
1.23	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$
-2.71	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$

أ) **أتنبَّأُ**. هل يمكنُ تحضيرُ المنغنيز Mn بالتحليل الكهربائي لمحلول MnI_2؟ أُفَسِّرُ إجابتي.

ب) أكتبُ معادلةً كيميائيّة موزونة تمثلُ نصفَ تفاعل الاختزال في خليّة التحليل الكهربائي لمحلول $FeCl_2$.

ج) أكتبُ معادلةً كيميائية كُليّة موزونة تمثلُ نواتجَ التحليل الكهربائي لمحلول NaOH.

د) **أتوقَّع**. هل يحدثُ تفاعلُ التأكسد والاختزال في خليّة التحليل الكهربائي لمصهور MnI_2، إذا زُوِّدَت بجهد مقدارُه 1.5 V؟ أُبَرِّرُ إجابتي.

Collins